Avances: Modelado de Objetos Autogravitantes

Juan Sebastian Alba Gamboa

Nicolas Mantilla Molina

Santiago Andrés Montes

Escuela de Física

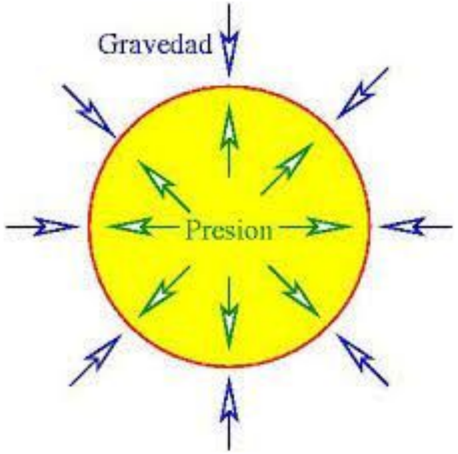
Bucaramanga, Santander

2023

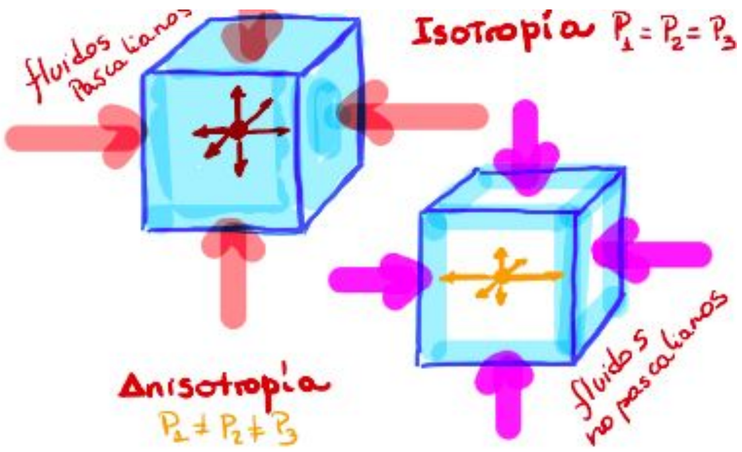
Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

La anisotropía en cuerpos autogravitantes



La naturaleza puede seguir principios anisótropos, en este caso, se contempla una presión radial y tangencial diferentes



Entonces, se modelan cuerpos autogravitantes mediante las siguientes ecuaciones (adimensionalizada):

$$\frac{\mathrm{d}\tilde{P}}{\mathrm{d}\tilde{r}} = -\frac{\mu}{\kappa}\frac{\tilde{m}\,\tilde{\rho}}{\tilde{r}^2}\boxed{\left(1+\kappa\frac{\tilde{P}}{\tilde{\rho}}\right)\left(1+3\eta\kappa\frac{\tilde{P}\tilde{r}^3}{\tilde{m}}\right)\left(1-2\mu\frac{\tilde{m}}{\tilde{r}}\right)^{-1}} + 2\frac{\tilde{P}_\perp(\tilde{P},\tilde{\rho},r)-\tilde{P}}{\tilde{r}}$$

$$\frac{\mathrm{d}\tilde{m}}{\mathrm{d}\tilde{r}} = \eta\tilde{r}^2\tilde{\rho},$$

$$\frac{\mathrm{d}\tilde{P}}{\mathrm{d}\tilde{r}} = -\frac{\mu}{\kappa}\frac{\tilde{m}\,\tilde{\rho}}{\tilde{r}^2} + 2\frac{\tilde{P}_\perp(\tilde{P},\tilde{\rho},r)-\tilde{P}}{\tilde{r}}$$

$$\frac{\mathrm{d}\tilde{m}}{\mathrm{d}\tilde{r}} = \eta\tilde{r}^2\tilde{\rho},$$

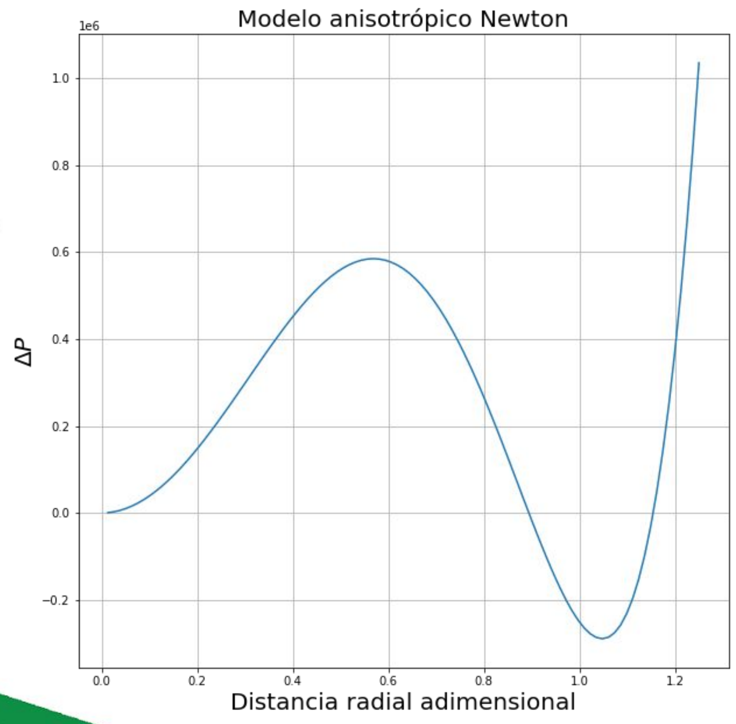
Universidad Industrial de Santander

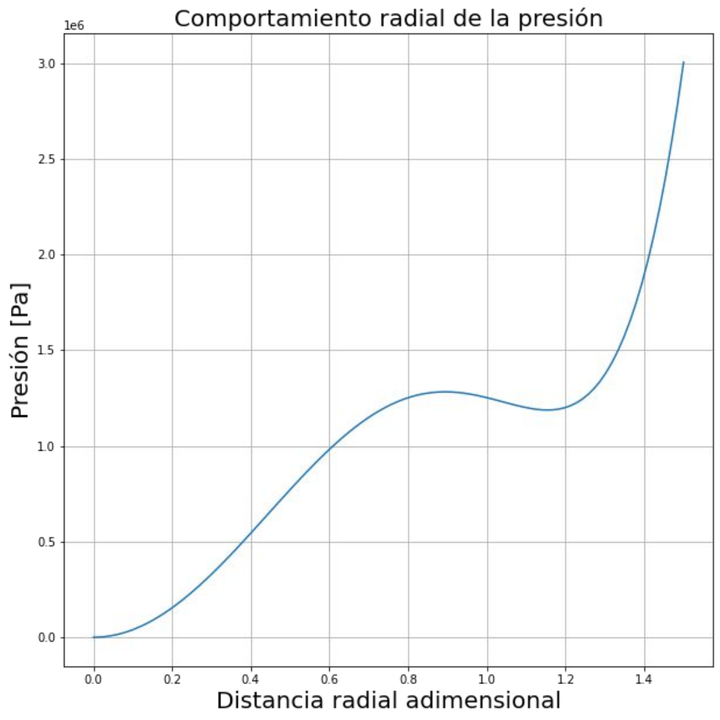
Soluciones a la aproximación newtoniana

- Perfil de densidades de tipo Gokhroo-Mehra → $\tilde{\rho} = \left(1 - B\tilde{r}^2\right)$

donde $B = \frac{5}{3}\left(1 - \frac{3}{\eta}\right)$ $\eta = \frac{\text{Densidad Central}}{\text{Densidad promedio}}$

$$\Delta = C\frac{m(r)\rho(r)}{r}$$





Universidad Industrial de Santander

Observaciones

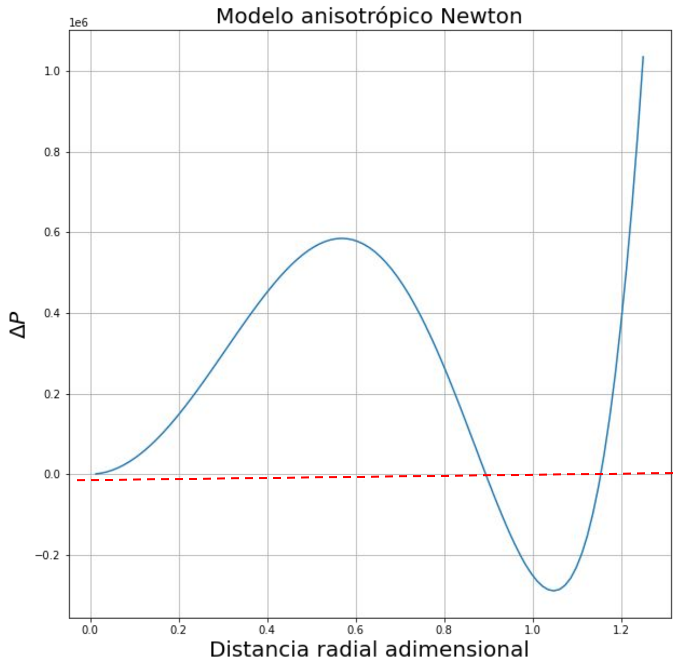
- Según el perfil de densidad usado, la presión central debe ser de, por lo menos, tres veces la presión promedio.
- Al pasar de cierto radio, la anisotropía se hace negativa, lo cual indica una dominancia de la presión radial sobre la tangencial.

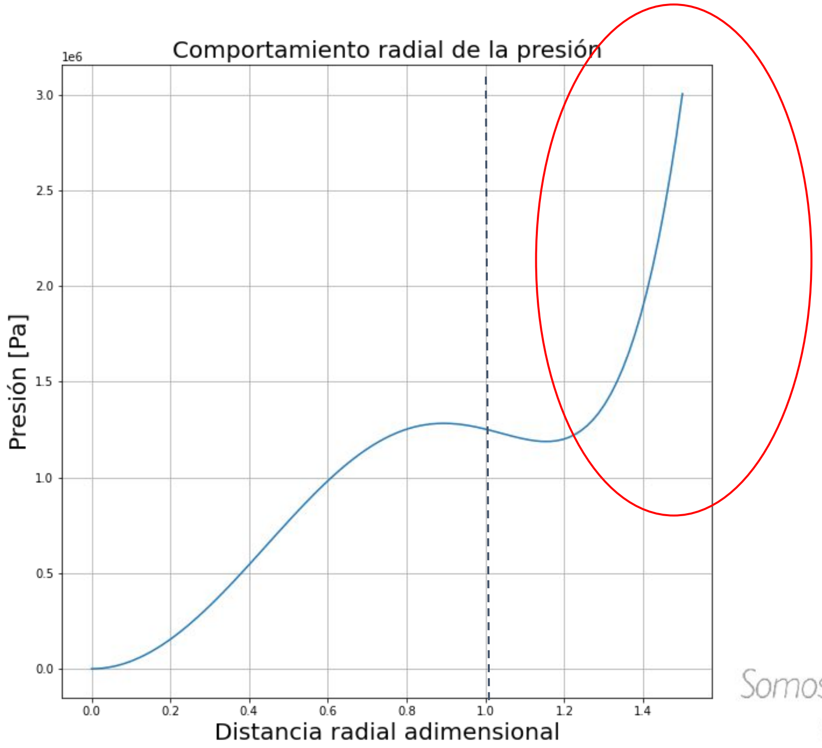
- Con los datos numéricos utilizados, la presión nunca llega a cero.

$$\tilde{\rho} = \left(1 - B\tilde{r}^2\right)$$

$$B = \frac{5}{3}\left(1 - \frac{3}{\eta}\right)$$

$$\eta = \frac{\rho_0}{\bar{\rho}}$$





Siguiente paso

- Encontrar y analizar una solución de presión para la corrección relativista

$$\frac{\mathrm{d}P(r)}{\mathrm{d}r} = -\frac{Gm(r)\rho(r)}{r^2}\left(1+\frac{P(r)}{\rho(r)c^2}\right)\left(1+\frac{4\pi r^3 P(r)}{m(r)c^2}\right)\left(1-2\frac{Gm(r)}{rc^2}\right)^{-1} + 2\frac{P_\perp(r)-P(r)}{r}$$

Adimensionalizando

$$\Delta = \frac{\mathcal{C}}{r}\left(1+\frac{P(r)}{\rho(r)}\right)\left(1+\frac{4\pi r^3 P(r)}{m(r)}\right)\left(1-2\frac{m(r)}{r}\right)^{-1}$$

$$\frac{\mathrm{d}\tilde{P}}{\mathrm{d}\tilde{r}} = -\frac{\mu}{\kappa}\frac{\tilde{m}\,\tilde{\rho}}{\tilde{r}^2}\left(1+\kappa\frac{\tilde{P}}{\tilde{\rho}}\right)\left(1+3\eta\kappa\frac{\tilde{P}\tilde{r}^3}{\tilde{m}}\right)\left(1-2\mu\frac{\tilde{m}}{\tilde{r}}\right)^{-1} + 2\frac{\tilde{P}_\perp(\tilde{P},\tilde{\rho},r)-\tilde{P}}{\tilde{r}}$$

- Comparar la presión newtoniana con la relativista y analizar la compatibilidad del perfil de densidad y propuesta de anisotropía
- Contemplar la implementación de otras ecuaciones de estado, de anisotropía o de densidad

Universidad Industrial de Santander

Universidad Industrial de Santander

¡Gracias!

#LaUISqueQueremos